

51

Int. Cl. 2:

G 10 L 1/10

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 27 34 948 A 1

11

# Offenlegungsschrift 27 34 948

21

Aktenzeichen:

P 27 34 948.0

22

Anmeldetag:

3. 8. 77

43

Offenlegungstag:

15. 2. 79

31

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Echtzeit-Geräuschsyntheseverfahren im Frequenzbereich

71

Anmelder:

Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, 8012 Ottobrunn

72

Erfinder:

Niebler, Winfried, Dipl.-Ing., 8201 Stephanskirchen

DE 27 34 948 A 1

2734948

Patentansprüche

1. Geräuschnachbildungs-Verfahren, insbesondere für echtzeit-variable Geräusche, wie sie in Fahr- oder Flugzeug-simulatoren benötigt werden

dadurch gekennzeichnet, daß zur Synthese eine Anzahl amplituden- und bandbreitenvariabler Rauschbänder verwendet wird, die durch Amplitudenmodulation mit individuellen Trägerfrequenzen auf ihre Position im Spektrum transponiert, in der Summe das synthetische Spektrum ergeben.

2. Echtzeit-Ansteuerung des Geräuschnachbildungsverfahrens nach Anspruch 1

gekennzeichnet dadurch, daß der Zusammenhang zwischen Geräuschquellenzustand (=Kombination der zustandsbestimmenden Einflußgrößen auf die simulierte Geräuschquelle) und Geräuschgenerator-Steuergrößen durch eine Datenbank (Speicher) hergestellt wird.

909807/0277

ORIGINAL INSPECTED

2734948

- Erfindungsbeschreibung -

"Echtzeit-Geräuschesyntheseverfahren im Frequenzbereich"

Das Verfahren betrifft die synthetische Nachbildung echtzeitveränderlicher Geräusche, wie sie z.B. in Fahrzeug-, Flugzeug- oder Sonargerätesimulatoren benötigt werden.

Dabei ist die Aufgabe zu lösen, die meist als Spektren (etwa aus Tonbandaufnahmen) gegebenen Geräusche, die zu verschiedenen Geräuschquellenzuständen, d.h. Kombinationen zustandsbestimmender Einflußgrößen, wie z.B. beim Auto: Motordrehzahl, Gaspedalstellung, Gang, Fenster offen/geschlossen, Straßenuntergrund usw. gehören, entsprechend den simulierten Fahrzeugreaktionen in Echtzeit zu verändern.

Die bekannt gewordenen Verfahren für diese Aufgabe (Zeitschrift für Flugwissenschaften 23, 1975, Heft 6) lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

Die quellenspezifische Geräuscherzeugung bildet die einzelnen Teil-Geräuschquellen (z.B. beim Auto: Motor-, Getriebe-, Reifen- und Windgeräusch) durch Hard- oder Software-Modelle, in denen die Funktionalzusammenhänge zwischen Einflußgrößen und Teilgeräuschen tabelliert oder formal enthalten sind.

Demgegenüber bedient sich die summenspektrale Geräuschnachbildung einer Datenbank, die das zu jedem Geräuschquellenzustand gehörende Spektrum oder die dem Spektrum entsprechende Zeitfunktion enthält.

Die eigentliche Geräuschbildung geschieht in beiden Fällen durch Hardware entweder selektiv durch variable Filter aus breitbandigem Rauschen oder durch periodisch wiederkehrende Zeitfunktionen (Oszillatoren, komplexe Funktionsgeneratoren), die dem gewünschten Spektrum reziprok sind.

909807/0277

ORIGINAL INSPECTED

2734948

Im Vergleich der beiden Verfahren ergibt das erste den geringeren Modellaufwand, verbunden mit relativer Unbeweglichkeit, wenn es gilt, zwischen verschiedenen Geräuschquellen (z.B. Auto - Flugzeug) zu wechseln.

Bei der Summenspektren-Nachbildung heisst Geräuschquellenwechsel lediglich Wechsel des Datenbankinhaltes, jedoch ist die Umsetzung der gespeicherten Spektren in Geräusche aufwendiger.

Verwendet man Zeitfunktionen zur Geräuschspeicherung, liegen die Probleme im nahtlosen Übergang von einem Geräuschquellenzustand zum nächsten und in den nicht äquidistanten Stützstellen der Zeitfunktion zum Einsparen von Speicherplatz.

Mit der Verwendung von variablen Filtern zur selektiven Spektren-gewinnung aus "weissem" Rauschen ist zwar das Übergangsproblem gut zu lösen, jedoch ist der Hardware-Aufwand grösser.

Der Erfindung liegen die Forderungen nach einem

universellen, also nicht auf bestimmte Geräuschquellenklassen oder -typen beschränkten

Echtzeit-Variablen, also im Geräusch dem Fahr-, Flugzeug- oder Maschinenzustand folgenden Geräuschgeneratorsystem zugrunde bei schneller Austauschbarkeit der simulierten Geräuschquellen.

Die Lösung besteht in einem Summenspektren-Verfahren, das eine endliche Anzahl (z.B. 8) in Bandbreite, Amplitude und Mittenfrequenz variabler, gaussförmiger Rauschbänder (Abb. 2) zur Annäherung der Originalspektren (Abb. 1) addiert.

Die einzelnen Rauschbänder im synthetischen Spektrum werden z.B. (Abb. 3) durch Amplituden-Modulation bandbreitenvariabler ( $\Delta f$ ), von der Frequenz 0 ausgehender Rauschbänder mit der Trägerfrequenz ( $f$ ) an ihre Position im Spektrum frequenzverschoben.

909807/0277

ORIGINAL UNCLASSIFIED

2734948

Amplitudenwichtung (a) der spektralen Rauschbänder und anschließende Summation ergibt das synthetische Spektrum.

Es sind nach dieser Methode mit einem Aufwand von nur 5 bis 10 Rauschbändern pro nachzubildendem Spektrum, d.h. mit einem Datensatz von 5 .... 10 x 3 Werten für Bandbreite, Mittenfrequenz und Amplitude, wie durch Versuche nachgewiesen wurde, zufriedenstellende bis sehr gute synthetische Geräuschnachbildung zu erzielen.

Außerdem bietet das Verfahren folgende Vorteile:

- Die Synthese von echtzeit-variablen Rauschbändern ist mit weniger Hardware-Aufwand verbunden, als die entsprechende analytische Gewinnung aus weißem Rauschen durch variable Filter.
- Das Optimierungsproblem, das in der bestmöglichen Annäherung an das Originalspektrum durch die vorgegebene Anzahl von Rauschbändern liegt, läßt sich durch geeignete Rechenverfahren lösen. Dabei werden z.B. aus Endlos-Tonbandausschnitten, die von Originalaufnahmen gemacht werden und die jeweils einen Geräuschquellenzustand repräsentieren, nach Spektralanalyse die zugehörigen Synthese-Steuerdatensätze automatisch gewonnen.
- Da nur die Rauschbandgenerator-Steuergrößen, und nicht die nachzubildenden Spektren selbst gespeichert werden brauchen, können bei geringem Speicherplatzbedarf komplizierte und breitbandige Spektren nachgebildet werden.
- Die Übergänge zwischen den abgespeicherten Spektren, die normalerweise zu Unstetigkeiten im Geräusch führen, können durch Verzögerungsglieder für die Steuerglieder relativ leicht verschliffen werden, was bei der Synthese im Zeitbereich nur schwer möglich ist. Das heißt wiederum, daß die Abstufung zwischen den abgespeicherten Zuständen nicht besonders klein zu sein braucht, wodurch weiterer Speicherplatz gespart wird.

909907/0277

**5**  
**Leerseite**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Nummer: 27 34 948  
Int. Cl. 2: G 10 L 1/10  
Anmeldetag: 3. August 1977  
Offenlegungstag: 15. Februar 1979

2734948

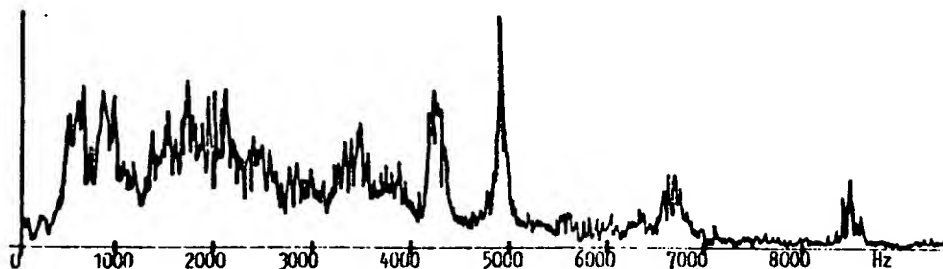


Abb. 1 Original - Spektrum

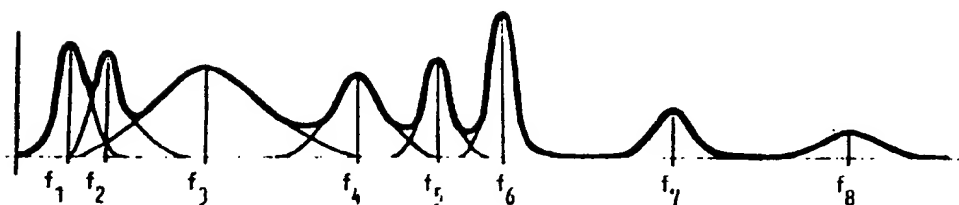


Abb. 2 Synthetisches Spektrum

909807/0277

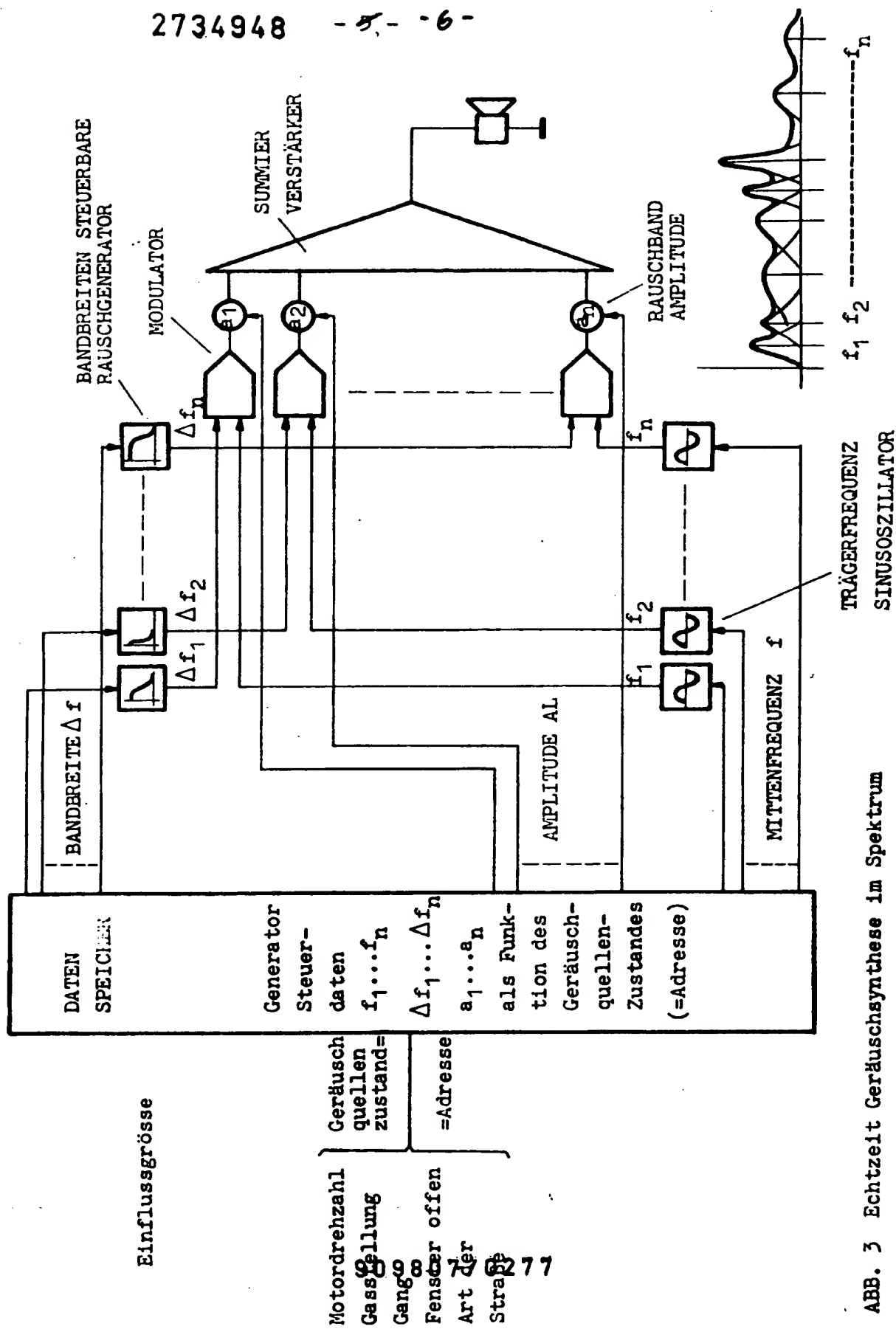


ABB. 3 Echtzeit Geräuschsynthese im Spektrum